

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-143398

(43) 公開日 平成8年(1996)6月4日

(51) Int.Cl.<sup>®</sup>

C 3 0 B 29/42

H 0 1 L 21/205

識別記号

庁内整理番号

7202-4G

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-299731

(22) 出願日 平成6年(1994)12月2日

(31) 優先権主張番号 94-29924

(32) 優先日 1994年11月15日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 591044083

財団法人韓国電子通信研究所

大韓民国大田廣城市儒城区柯亭洞161番地

(72) 発明者 李 蕃

大韓民国大田直轄市儒城区道龍洞380-21

(72) 発明者 尹 美英

大韓民国大田直轄市儒城区道龍洞教授アパート3-301

(72) 発明者 白 宗協

大韓民国大田直轄市儒城区新城洞ハヌルアパート108-906

(74) 代理人 弁理士 吉田 茂明 (外2名)

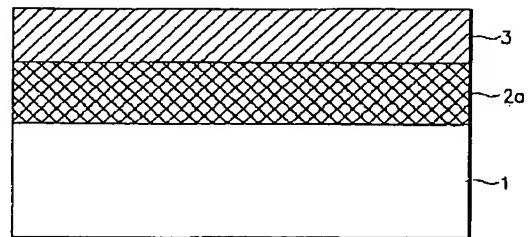
(54) 【発明の名称】 誘電体薄膜上の無欠陥化合物の半導体薄膜の製造方法

(57) 【要約】

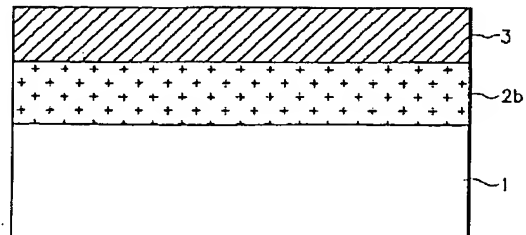
【目的】 本発明は誘電体薄膜上に無欠陥半導体の格子構造をもつ化合物の半導体薄膜を製造する方法に関するものである。

【構成】 本発明は高濃度の炭素不純物が添加された AlGaAs 系列の薄膜層上に異種化合物の半導体薄膜である GaAs, InGaAs または InAs 層をもつ多層構造に対して水蒸気の雰囲気中で熱処理して酸化させることを特徴として遂行され、本発明によって誘電体である Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜層上に異種化合物の半導体薄膜層を欠陥なしに迅速に成長させることができる効果がある。

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に高濃度の炭素不純物が添加された  $AlGaAs$  系列の薄膜層 (2a) を成長させた後に、連続的にその上に異種の化合物の半導体薄膜層 (3) を成長させる工程と、および前記多層構造に対して水蒸気の雰囲気から熱処理して酸化させる過程を包含することを特徴とする誘電体薄膜上の無欠陥化合物の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 2】 添加される前記炭素不純物の濃度は  $10^{20} \text{ cm}^{-3}$  以上であることを特徴とする請求項 1 記載の誘電体薄膜上の無欠陥化合物の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 3】 前記酸化熱処理は約  $400^\circ\text{C}$  から水蒸気が交ぜられた窒素を流しており、5 分程度に自然酸化させることによって成されることを特徴とする請求項 1 記載の誘電体薄膜上の無欠陥化合物の半導体薄膜の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は誘電体薄膜上に無欠陥の半導体の格子構造をもつ化合物の半導体薄膜を製造する方法に関するものである。

【0002】 一般的に、酸化膜上に多様な半導体薄膜の成長が可能であるとすると次のような長所がある。

【0003】 第一に、バンドギャップを自由に調節することができ各種素子の特性を向上させてその範囲を拡大させることができる。

【0004】 第二に、自然酸化膜上に成長された素子は酸化膜によって工程が大変便利である。

【0005】 第三に、 $InGaAs$  と  $InAs$  等の薄膜を  $GaAs$  基板上に欠陥なしに成長させることができ、誘電体薄膜をその間に挟めることができるので、SOI (Semiconductor on Insulator), MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等の新たな概念の化合物の半導体素子を開発することができる。

【0006】 第四に、酸化膜のパターン蝕刻は再びの成長を通じて 3 次元的な電子遮断層をもつ素子や酸化膜を包含させた新たな形態の超格子のレフレクタ (reflector) の製作も可能である。

## 【0007】

【従来の技術】 従来には酸化膜上に半導体薄膜を成長させるために高純度の  $AlAs-AlGaAs-GaAs$  の薄膜表面を水蒸気によって直接接触させた状態で 3 時間の間熱処理して酸化膜を形成させた。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、3 時間の間の高純度  $AlAs$  の酸化速度が大変緩慢して活用度が微弱し熱処理によってガリウム砒素の薄膜も酸化されて変質されてしまうという大きな問題点があった。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 したがって、本発明は誘

電体上に欠陥なしのガリウム砒素の薄膜成長を可能にし、その他にも酸化膜上に多様な半導体薄膜の成長を可能にする方法を提供することにその目的がある。

【0010】 前記目的を達成するために本発明は、高濃度の炭素不純物が添加された  $AlGaAs$  系列の薄膜層上に異種化合物の半導体薄膜層を有する多層構造に対して水蒸気の雰囲気から熱処理して酸化させることを特徴として遂行される。

## 【0011】

【実施例】 以下、添付の図面に基づいて本発明の実施例に対して詳細に説明する。

【0012】 まず、ガリウム砒素の基板上に高濃度の炭素を  $10^{20} \text{ cm}^{-3}$  以上にドーピングさせた  $Al_xGa_{1-x}As$  薄膜を成長させた後に連続的に格子常数が同一な  $GaAs$  キャップ層を約  $20 \text{ nm}$  厚さに成長させる。

【0013】 図 1 の、(A) は前記  $AlGaAs$  薄膜層のアルミニウム造成  $x$  が 1 である場合 ( $AlAs$  の場合) の多層の薄膜構造を例として見せてやっている図面である。

【0014】 1 はガリウム砒素 ( $GaAs$ )、2a は高濃度の炭素不純物が添加されているアルミニウム砒素 ( $AlAs$ ) 層、3 は薄膜のガリウム砒素 ( $GaAs$ ) キャップ層を各々示す。キャップ層 (3) は  $GaAs$  の代わりに格子常数が異なる  $InGaAs$  薄膜に置き換えることができ臨界厚さの以下に成長させる。次に成長された薄膜を電気炉に入れて約  $400^\circ\text{C}$  から水蒸気が交ぜられている窒素を流してやって 5 分程度自然酸化させる。

【0015】 このとき、酸化速度はアルミニウム造成  $x$  が大きい程迅速である。

【0016】  $AlAs$  は非晶質酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) に変わり可視光に透明である。

【0017】 ガリウム砒素の酸化速度は大変緩慢してガリウム砒素の酸化膜の形成は無視することができる。但し、空気中に露出されたガリウム砒素の表面部位のみが若干の酸化を起こす。

【0018】 図 1 の、(B) は前記図 1 の、(A) のサンプルを酸化処理した後の変質された薄膜の構造を見せようとする図面であって、アルミニウム砒素 ( $AlAs$ ) 層 (2a) のみが安定された非晶質の酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) 層 (2b) として変質され二つのガリウム砒素層 (1, 3) は酸化のなしにそのままに存在する。その酸化過程は水の分子の酸素がガリウム砒素層 (3) を通過して  $AlAs$  層内の  $As$  席にある炭素 ( $C_s$ ) と急激な反応を起こして一番先にそのすぐ側に連結されているアルミニウムと置換して結合する。

【0019】 このように  $Al_2O_3$  の核心点を成した後に、継続的に周囲の  $As$  原子と置換しながら酸化されていく。

【0020】 ですから、核心点は炭素の数量と同じであり均等に分布されている。この結果によって、その酸化

速度が大変迅速に生成された酸化膜は大変安定され物性の特性が誘電体として AlAs と大変異なる。炭素不純物が添加されていない AlAs 層は酸化速度が大変緩慢である。酸化速度が無視する程に緩慢なガリウム砒素薄膜層の上の部分は水蒸気に露出されて小数の原子層は酸化されるが、大部分のガリウム砒素薄膜は元来の格子状態を維持している。ガリウム砒素の酸化された部分は試薬によって除去し新たなガリウム砒素層を願う厚に成長させる。

【0021】酸化速度がもっと緩慢な InAs 薄膜の成長方法もガリウム砒素の場合と同一に AlAs 層のみが非晶質 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に変わる。

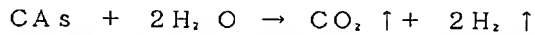
【0022】AlAs と InAs は格子の不整合が大きいのであるが、その酸化処理後の薄膜構造は非晶質の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層の上に InAs 薄膜層であるので格子の不整合によるストレインがない。

【0023】それで、この酸化された InAs 表面層のみを試薬によって除去した後にエピタキシャル成長方法によって新たな InAs 層を厚く成長させても欠陥のない格子層を形成することができる。

【0024】高濃度の炭素を添加した AlAs または AlGaAs 薄膜は水蒸気の雰囲気中で熱処理するときに酸化の反応速度が既存の方法であるドーピングしなかった AlAs の場合より 20 倍の以上に迅速であるので炭素が包含された AlAs、または AlGaAs 層上に GaAs 層を成長させても AlAs や炭素を添加した AlAs と水蒸気の酸化の反応は次のようである。

【0025】第一に、AlAs 内の As 席にある炭素 (C<sub>As</sub>) と H<sub>2</sub>O が先に反応する。

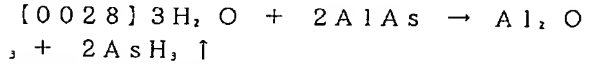
【0026】



そして継続してそのすぐ側にある Al と水蒸気が反応構造であるとし帰還する。

【0027】

$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$   
一旦、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が作られると継続して周囲の AlAs と酸化反応を開始する。



炭素と水蒸気が容易に反応されることができるので、その隣接の Al も容易に水蒸気と反応し酸化されることができるのである。

【0029】結局、炭素と結合されている Al が nucleation center になって急速にその周囲が酸化されて行くのである。AlGaAs 層のみの酸化が可能である。

【0030】

【発明の効果】したがって、前記のような本発明によると誘電体である Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜層上に GaAs 薄膜層を欠陥なしに成長させることができるばかりでなく、格子の不整合が大きな異種薄膜である InGaAs 層も欠陥なしにさせることができる効果がある。

【0031】また、本発明によって誘電体上に多様な化合物の半導体薄膜を成長させる方法は現在の水準のバンドギャップ技術の限界を超越し新たな概念の素子の創出に寄与するであろう。革新的なシリコン技術の発達が自然酸化膜の生成技術の発見に基因したように、化合物半導体の酸化膜の生成技術はそれと類似に新たな化合物の半導体技術の発達に新たな契機を賦与することである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を説明するための図面である。

【符号の説明】

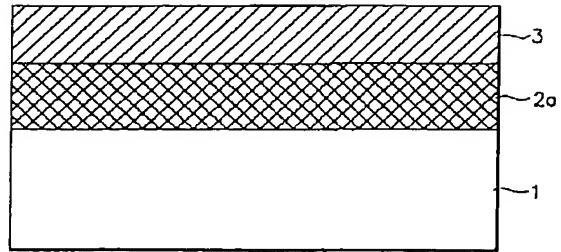
- 1 ガリウム砒素基板
- 2 a 高濃度の炭素不純物が添加されたアルミニウム砒素 (AlAs)
- 2 b 非晶質の酸化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- 3 ガリウム砒素のキャップ層 (20nm 未満)

(4)

特開平 8 - 1 4 3 3 9 8

【図 1】

( A )



( B )

